



中国通信学会

CHINA INSTITUTE
OF COMMUNICATIONS

中国智慧杆塔白皮书

(2019年)

中国通信学会
2019年11月

版 权 声 明

本前沿报告版权属于中国通信学会，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国通信学会”。违反上述声明者，本学会将追究其相关法律责任。

专家组和撰写组名单

专家组：

组长：

刘国锋 中国铁塔股份有限公司副总经理

中国通信学会智慧杆塔委员会（筹）主任委员

成员：

姓名	单位	职务
窦笠	中国铁塔股份有限公司	技术部总经理
何桂立	中国信息通信研究院	副院长
郝应涛	华为技术有限公司	无线站点产品线总裁

撰写组：

单位	姓名
中国铁塔股份有限公司	张帆、潘三明、王欣朋、闫亚旗
中国信息通信研究院	廖运发、刘泰、王尧、王文跃
华为技术有限公司	刘保玉、田宗奇、史金仙、覃名富、 付玮、崔岩、危文杰、齐飞

前 言

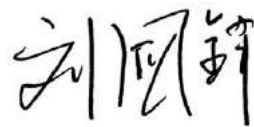
当今世界，以互联网、大数据、人工智能为代表的新一代信息技术蓬勃发展，并加速与各行业各领域的融合，给社会经济发展带来颠覆性创新。在城市发展的探索中，智慧杆塔作为将信息通信技术与传统城市公共基础设施融合的典范，集“综合、共享、智慧、和谐”四大特点于一体，被认为是最有发展前景的新型公共基础设施，在全球多个国家受到广泛关注并已开始落地建设。

目前整体来看，我国智慧杆塔的建设仍处于起步阶段，但在新型智慧城市建设及 5G 商用的带动下，相关鼓励政策相继出台，发展呈加速态势，预计未来两三年将会在我国实现突破式增长。

在此形势下，中国铁塔股份有限公司、中国信息通信研究院和华为技术有限公司共同编写了《中国智慧杆塔白皮书》。本白皮书深入探讨智慧杆塔概念、价值与意义，从产业、业务应用、功能及技术需求等多方面全面梳理和解构智慧杆塔特点和发展，在此基础上分析我国智慧杆塔发展亟待解决的关键问题，并从建设规划、标准体系、业务和应用创新、投资运营等角度提出发展建议。本白皮书可作为智慧杆塔技术产业发展参考，也可作为政府部门制定政策的参考。

中国通信学会智慧杆塔委员会（筹）

主任委员：



2019 年 11 月

目 录

一、 智慧杆塔	1
(一) 智慧杆塔概念	1
(二) 智慧杆塔价值及意义	4
(三) 智慧杆塔产业发展情况	6
二、 智慧杆塔典型业务应用	10
(一) 通信业务	11
(二) 公共安全	12
(三) 智慧照明	13
(四) 环境监测	14
(五) 智慧交通	15
(六) 信息发布	16
(七) 能源业务	16
三、 智慧杆塔子系统及技术要点	17
(一) 智慧杆塔功能子系统	17
(二) 智慧杆塔技术要点	27
四、 智慧杆塔发展建议	31
(一) 建立跨部门协调机制，推进统筹规划和综合共享	31
(二) 建立跨专业、系统化且适度超前的标准体系，促进规模化部署	32
(三) 积极探索、丰富创新业务和创新应用，推动效益化发展	33
(四) 加强商业模式的创新探索，实现协同共赢的产业生态	34

一、智慧杆塔

（一）智慧杆塔概念

智慧杆塔是综合承载多种设备和传感器并具备智慧能力的杆、塔等设施的总称，包括但不限于通信杆/塔、路灯杆和监控杆。智慧杆塔具备的功能由其挂载的设备和传感器决定。这些设备和传感器可通过各种通信技术接入网络 and 平台，并在互联网、人工智能、大数据等 ICT 技术的赋能下提供丰富的智慧应用。



图1 智慧杆塔示意图

智慧杆塔是智慧城市建设的“新型公共基础设施”。智慧杆塔优秀的点位、广泛的分布使其成为 5G 基站的良好载体，优化的 5G 网络是众多“5G+”创新应用的基础；搭载了多种设备的智慧杆塔，在 ICT 技术的赋能下，可以高效节能地提供市政、交通、安防、环保等

多领域的新型公共服务；合理布局的城市智慧杆塔网络，可以为智慧城市大脑实时提供海量城市运行数据，是构建数字孪生城市的基础。

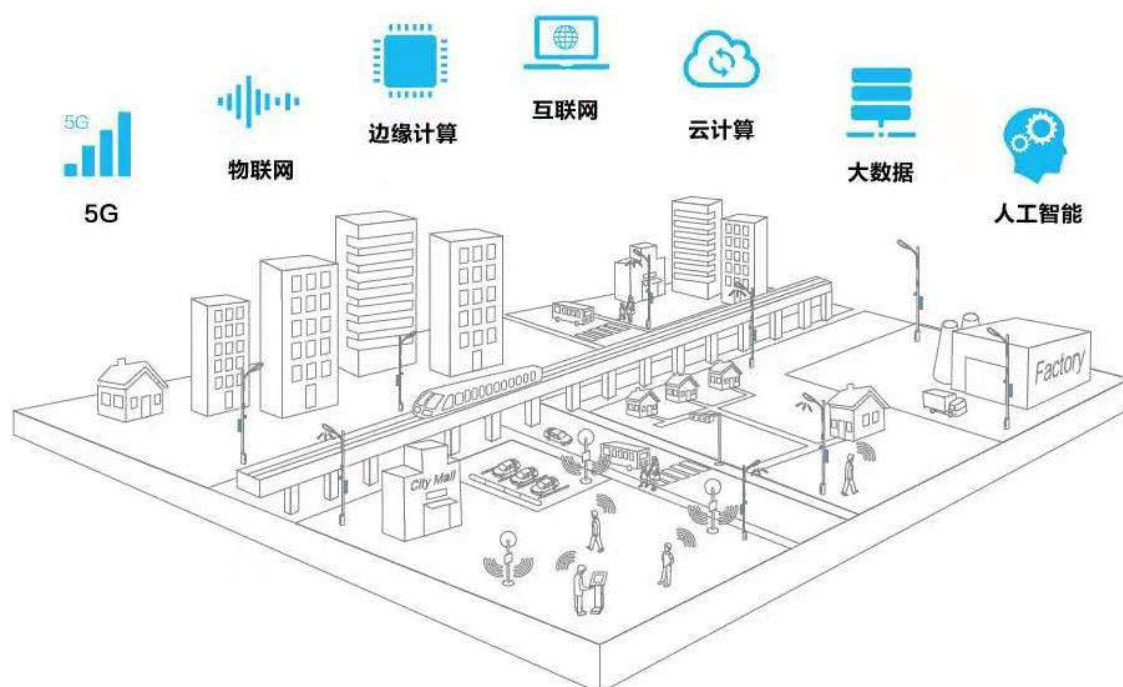


图2 城市新型公共基础设施

智慧杆塔具备“综合、共享、智慧、和谐”等突出特点。

● 综合 Integrated

智慧杆塔是多种设备设施和技术综合体。从功能硬件方面看，智慧杆塔可综合通信杆、路灯、交通监控、安防监控、交通指示牌、路侧广告牌等多种主要功能设施于一身，实现“多杆合一”；从配套资源方面看，智慧杆塔可将多套功能系统的承载、供电、通信等配套资源进行整合，优化城市管网利用，减少重复建设及资源浪费；从建设运营方面看，综合多种功能的智慧杆塔可更有利于集约高效地开展规划、建设、运营及维护等工作，实现专业化和规模化，提升建设效率及品质。

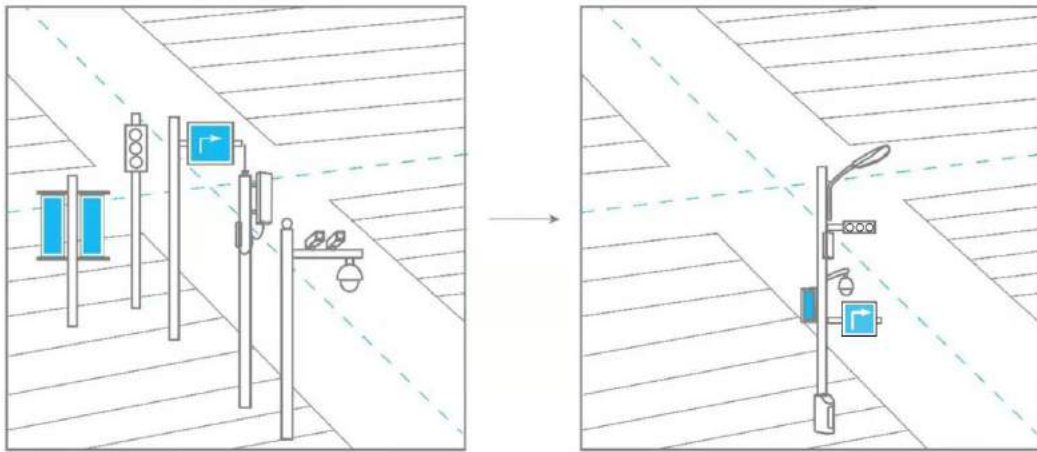


图3 “多杆合一”示意

● 共享 Sharing

智慧杆塔可供不同行业或部门使用，通过载体、设备及数据层面的共享，实现更大的社会价值。一是载体共享，通信、市政、交通、安防等多个行业或部门的设备和传感器可以经合理规划使用同一杆塔载体，实现“一杆多用”；二是设备共享，通过对应用在不同领域的设备进行功能整合并采用有效的安全策略，杆上的同一设备可以由多个行业或部门共享使用；三是数据共享，各种设备和传感器采集的数据脱敏后可通过数据平台开源共享，实现城市运行数据的互通，催生出更多跨行业创新应用。

● 智慧 Smart

智慧是智慧杆塔的突出特点，体现在三个层面。一是智慧杆塔为多种传统设备设施提供通信接入，使传统设备设施具备网联化和智能化的条件；二是通过杆载网关与云平台的边云协同，将杆塔承载的多种设备设施融合成有机整体，结合杆塔的点位布局形成信息物理系统网络，实现多种创新智慧服务；三是智慧杆塔作为智慧城市的神经网络，实现多种创新智慧服务；三是智慧杆塔作为智慧城市的神经网络

络，为基于数据智能的城市管理提供实时流动的海量数据和信息，并实时将城市管理决策精准传达到城市各处。

● 和谐 Harmony

智慧杆塔可以促进城市面貌、生态环境及社会发展的和谐。一是城市面貌和谐方面，智慧杆塔可以大幅度减少城市地面设施的繁杂度，做到实用、美观、简约、大方。有需要时，杆塔外观可以进行主题化的艺术设计，更好地体现城市特色。二是生态环境和谐方面，智慧杆塔通过共享和智能化大幅降低了市政设施的能源消耗，杆塔采集到的环境信息可以用于城市噪声及污染防控，促进绿色协调发展。三是社会和谐方面，智慧杆塔作为信息化的公共基础设施，在促进多个行业领域共同发展的同时还为城市居民提供安全保障及便捷的生活服务，使城市更加宜居，社会安全稳定。

（二）智慧杆塔价值及意义

1. 智慧杆塔是践行新发展理念的具体举措

党的十八届五中全会提出创新、协调、绿色、开放、共享五大新发展理念，指明了“十三五”乃至更长时期我国的发展思路、发展方向和发展着力点，揭示了我国实现更高质量、更有效率、更加公平、更可持续发展的科学路径。智慧杆塔的特点“综合、共享、智慧、和谐”与五大新发展理念相契合，智慧杆塔的建设是对五大新发展理念的实践。在当前的诸多试点项目中，各地政府通过智慧杆塔系统在服务创新、行业协调、环境友好、数据开放、资源共享等方面进行了有益尝试，对于促进城市发展和居民生活更高质量、更有效率、更加公平、更可持续起到了良好的效果。

2. 智慧杆塔是“网络强国”建设的重要载体

《“十三五”规划纲要》将“网络强国”定位为我国十四大战略之一，提出要“加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施，推进信息网络技术广泛应用，形成万物互联、人机交互、天地一体的网络空间”。广泛覆盖的移动通信、物联网是支撑“网络强国”建设的重要新一代信息基础设施。具有高速率、低时延、大连接特点的5G移动通信在热点地区需要宏基站与密集部署的小微基站共同完成覆盖，高密度的优质小微站站址资源是5G建设和发展的必要条件。万物互联时代的物联网需要结合终端特点综合采用有线通信、无线通信和标识识别技术，其网络设备和感知终端无处不在。智慧杆塔网络如血管和神经一样深入城市的公路、街道和园区，对人口密集处有良好的渗透，并且布局均匀，密度适宜，可以提供分布广、位置优、低成本的站址资源和终端载体，是5G和物联网大规模深度部署的首选方案。

3. 智慧杆塔是建设智慧社会的关键基础

党的十九大报告提出建设智慧社会。一方面，基础设施的智能化是智慧社会的重要基础，当前传统的公共基础设施逐渐难以承载不断增加的城市规模、人口密度以及日渐加剧的人口老龄化，公共基础设施的智能化有助于这些社会问题的解决，而智慧杆塔是目前最为落地可行的公共基础设施智能化方案之一。另一方面，智慧社会与智慧城市、智慧社区的建设密切相关，构建新型智慧城市和社区需要以数据为基础，城市数据的采集依赖于建立“全域感知”体系，即将信息感知设备合理、泛在布局在城市各处，采集大量的跨空间、跨垂直领域的传感信息和视频数据，智慧杆塔分布广、位置优良，是“全域感知”

设备的优良载体。

4. 智慧杆塔是新业态新模式的有力支撑

智慧杆塔作为可扩展的新技术融合体和功能集合体，加之优良的空间布局，正在不断衍生出新业态和新模式。一方面，智慧杆塔本身可以支撑视频采集、传感等杆载终端和人工智能、大数据、云计算等 ICT 技术的融合应用，赋能传统城市应用，催生新业态的产生，如基于图像识别或雷达传感的自动驾驶辅助，基于物联感知的城市资源管理等。另一方面，智慧杆塔的综合、共享不仅会给城市公共基础设施的建设模式、运营模式带来改变，更可与“数字孪生城市”、“城市大脑”技术相结合带来城市管理模式和城市运行模式的改变。这些新业态和新模式也将拉动智慧杆塔的进一步发展，形成良性循环。

（三）智慧杆塔产业发展情况

1. 国外智慧杆塔建设情况

从全球视角看，智慧杆塔的发展是多因素驱动，技术不断进步，跨界融合的复杂过程。按主要驱动力总体经历了三个阶段：远控照明驱动阶段，物联传感驱动阶段和信息通信融合驱动阶段。目前总体处于第二阶段向第三阶段过渡的时期。

世界上很多城市在智慧城市建设探索中布局和试点了智慧杆塔项目。新加坡大力建设“智慧国家 2025”，全面采用了路灯杆智慧化的方案，计划将全国 11 万路灯杆塔升级为智慧杆塔，在灯杆上安装 60 万个数据采集设备，采集环境等信息；美国芝加哥的 AoT（Array of Things）项目在城市灯杆塔上安装交互式、模块化的传感器箱，集成了多种传感器，实时对城市进行“测量”；西班牙桑坦德被誉为“传

感器之城”，街头的灯杆塔及其他杆塔设施上布设了 25000 个环境传感器，通过传感信息对路灯照明、公共绿化的浇灌等智能调节；荷兰海牙在席凡宁根海滩建设了上千套智慧杆塔设备，装有摄像头、传感器和数据传输网络，能够调节灯光亮度、检测空气和噪音、控制交通，并帮助游客寻找空余停车位；韩国釜山通过建设智能杆塔提供改善街道环境、加强公民安全保护、预防犯罪等便捷服务。随着 5G 小微基站的需求和方案逐渐清晰，5G 与杆塔资源的融合建设开始在各国得到政策支持。美国无线通信和国际网络协会(CTIA)发布的报告指出，城市路灯将会是 5G 时代的重要基础设施，鼓励电信运营商充分利用路灯、电杆等城市基础设施建设 5G 网络。日本政府计划将交通信号灯与 5G 基站结合，在信号杆上布放 5G 基站，计划在 2020 年启动实际验证，最早或于 2023 年在日本国内全部铺开。韩国科技信息通信部发文指出，韩国三大运营商的 5G 建设应充分利用路灯、电线杆、交通灯、广告牌等各种市政基础设施。杆塔资源与 5G 的融合发展，将推动智慧杆塔建设项目在全球各地落地生根。

2. 我国智慧杆塔产业发展情况

在新型智慧城市建设及 5G 加速部署的带动下，我国智慧杆塔建设得到了多方面政策支持，各地市和各领域相关企业积极探索，试点建设项目陆续落地，在试点中也发现了一些具体问题。总体来说，我国智慧杆塔的建设目前处于起步阶段，发展速度不断加快，未来前景广阔。

国家和地方政府相继出台相关支持政策。国家层面，2019 年 4 月工信部、国资委联合发布《关于 2019 年推进电信基础设施共建共享的实施意见》，要求“基础电信企业与铁塔公司要利用路灯、监控、

交通指示等社会杆塔资源，充分发挥自身优势，按照市场化原则开展微（小）基站建设”。地方层面，广东、湖南、海南、吉林、江苏、陕西、广西、重庆等地相继出台了相关政策，推动本地的智慧杆塔建设和发展。2019 年，国家部委、省级行政单位、各地市已发布了 30 多份关于智慧杆塔相关政策，引导城市各类杆塔“多杆合一”，推动“一杆多用”的智慧杆塔建设，鼓励集约利用杆塔资源部署 5G 和储备 5G 站址资源。

表1 2019 国家部委及各省支持智慧杆塔建设的政策摘选

序号	政策	发文部门	时间
国家部委			
1	《关于 2019 年推进电信基础设施共建共享的实施意见》	工信部、国资委	2019 年 4 月
省级行政单位			
2	《河南省 5G 产业发展行动方案》	河南省人民政府办公厅	2019 年 1 月
3	《重庆市人民政府办公厅关于推进 5G 通信网建设发展的实施意见》	重庆市人民政府办公厅	2019 年 1 月
4	《新时代“数字福建·宽带工程”行动计划》	福建省人民政府办公厅	2019 年 1 月
5	《北京市 5G 产业发展行动方案（2019 年-2022 年）》	北京市经济和信息化局	2019 年 1 月
6	《江西省 5G 发展规划（2019-2023 年）》	江西省人民政府办公厅	2019 年 2 月
7	《山西省通信基础设施建设三年行动计划》	山西省人民政府办公厅	2019 年 3 月
8	《加快推进第五代移动通信网建设发展若干政策措施》	江苏省人民政府办公厅	2019 年 5 月
9	《广东省加快 5G 产业发展行动计划（2019-2022 年）》	广东省人民政府办公厅	2019 年 5 月
10	《关于加快推进 5G 产业发展的实施意见》	浙江省人民政府办公厅	2019 年 5 月

11	《广东省 5G 基站和智慧杆建设计划（2019-2021 年）》	广东省工业和信息化厅	2019 年 5 月
12	《湖南省 5G 应用创新发展三年行动计划（2019-2021 年）》	湖南省工业和信息化厅、湖南省通信管理局	2019 年 6 月
13	《关于加快推进本市 5G 网络建设和应用的实施意见》	上海市人民政府	2019 年 6 月
14	《关于进一步支持 5G 通信网建设发展的意见》	甘肃省人民政府办公厅	2019 年 7 月
15	《天津市路灯“1001 工程”组织实施方案》	天津市城市管理委员会	2019 年 4 月
16	《山西省加快 5G 产业发展的实施意见》和《山西省加快 5G 产业发展的若干措施》	山西省人民政府	2019 年 9 月
17	《关于加快推进全省 5G 建设发展的通知》	贵州省人民政府办公厅	2019 年 9 月
18	《福建省加快 5G 产业发展实施意见》	福建省数字办	2019 年 9 月
19	《山东省人民政府办公厅关于加快 5G 产业发展的实施意见》	山东省人民政府办公厅	2019 年 11 月

多地市积极开展智慧杆塔的试点建设。目前覆盖全国大多数省级行政单位和特别行政区的多个城市已经开展了智慧杆塔建设项目。2019 年以来，湖北、澳门、重庆、湖南、福建、广东、内蒙古、陕西、浙江、北京、贵州等省级行政单位启动部署智慧杆塔的新建项目，这些项目大多与 5G 建设相结合。例如，广东省广州市天河南二路的智慧杆，涵盖了智能照明、公安监控、交通监控、环境监测等十多种功能，同时搭载了 5G 移动通信基站。**各领域相关企业纷纷参与项目试点**，各方发挥各自技术专业优势，明确分工，通力合作，加速了智慧杆塔设计建设和商业模式创新及探索。参与企业大致可分为三类：一类是传统城市杆塔建设的参与者；二是信息通信运营商和技术企业；三是安防装备、显示屏、充电桩等单项设备供应商。未来智慧杆

塔建设可能吸引更多行业的企业跨界布局。目前整体来看国内试点项目的规模还比较小，通常覆盖一条道路或园区，大部分项目规模在100根杆塔以下。受限于管理协调困难、缺少成熟方案和标准、投资成本高、运营模式不清晰等因素，智慧杆塔项目的推广建设速度与预期有一定差距。

二、智慧杆塔典型业务应用

作为智慧城市建设的新型公共基础设施，智慧杆塔可实现通信、公共安全、智慧照明、环境监测、智慧交通、能源业务和信息发布等典型业务应用。随着5G、物联网、大数据、AI等新兴技术发展以及多类型信息数据共享及联动，将会催生更丰富的创新业务应用。智慧杆塔的业务应用可按需部署，同时兼顾未来业务和技术发展需要。

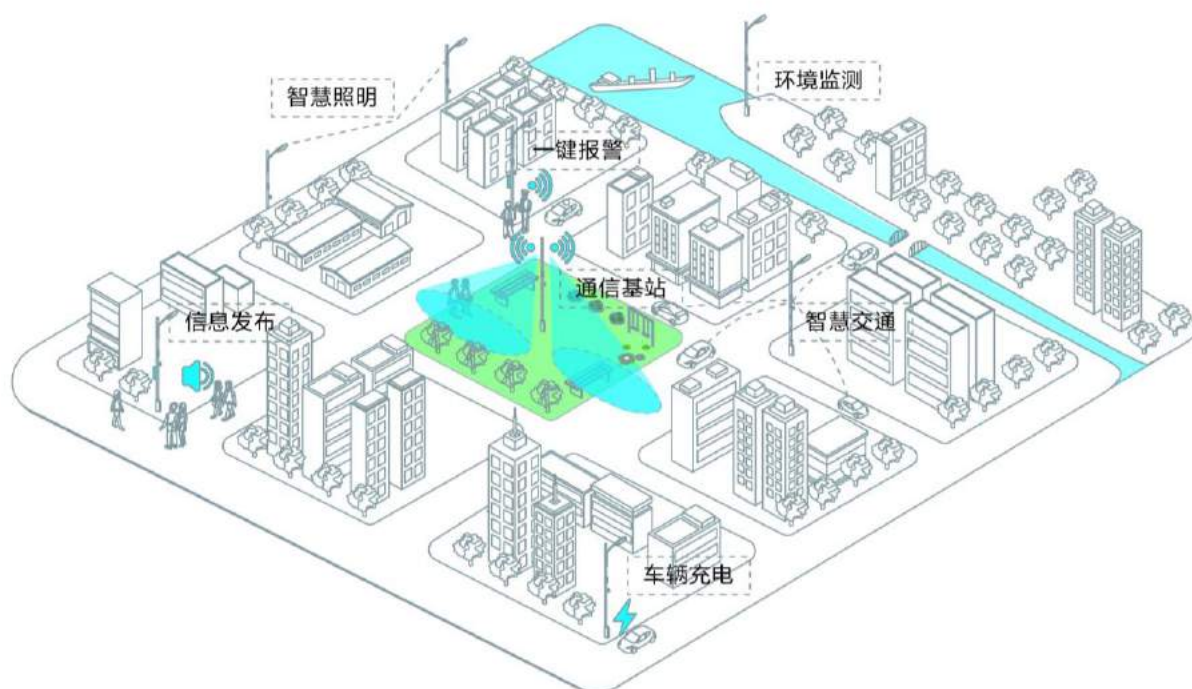


图4 业务应用示例

（一）通信业务

智慧杆塔作为通信连接点，可以通过无线或有线方式对外延伸，提供多种业务服务，包括无线基站、物联网、边缘计算、公共 WIFI 及光传输等。

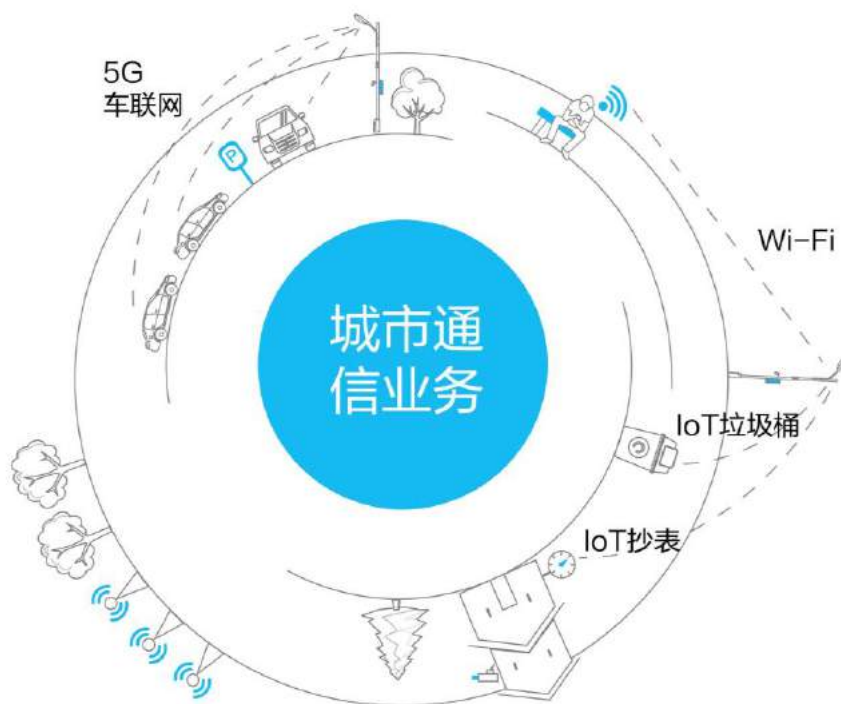


图5 通信业务示例

随着 5G 建设加速，移动互联网和物联网业务正在成为移动通信发展的主要驱动力。5G 将满足人们在居住、工作、休闲和交通等各种区域的多样化业务需求，为用户提供超高清视频、虚拟现实、增强现实、云桌面、在线游戏等极致业务体验。同时，5G 还将渗透到物联网及各种行业领域，与工业设施、医疗仪器、交通工具等深度融合，有效满足工业、医疗、交通等垂直行业的多样化业务需求，实现真正的“万物互联”。5G 与 4G 相比，5G 站点的数量将成倍增长，需要增加更多的站点才能满足覆盖要求。智慧杆塔将 5G 基站接口集成，为

5G 提供海量站点资源。此外，智慧杆塔覆盖区域广、距离被联接的物体近，适合作为物联网系统的承载，通过各种联接方式，包括光纤传输网络、2G/3G/4G/5G、NB-IoT、Wi-Fi、PLC、ZigBee 等，将无处不在的智能终端联接并统一管理，随时、随地接收、整合和传递来自城市各个领域的信息，提升城市的智能化水平和管理效率。

（二）公共安全

智慧杆塔广泛分布于城市的公路、街道和园区，对人口密集处有良好的渗透，通过在杆体上部署摄像头和紧急求助按钮等，与远程监控系统组网，已经成为城市安防场景中不可或缺的重要部分。

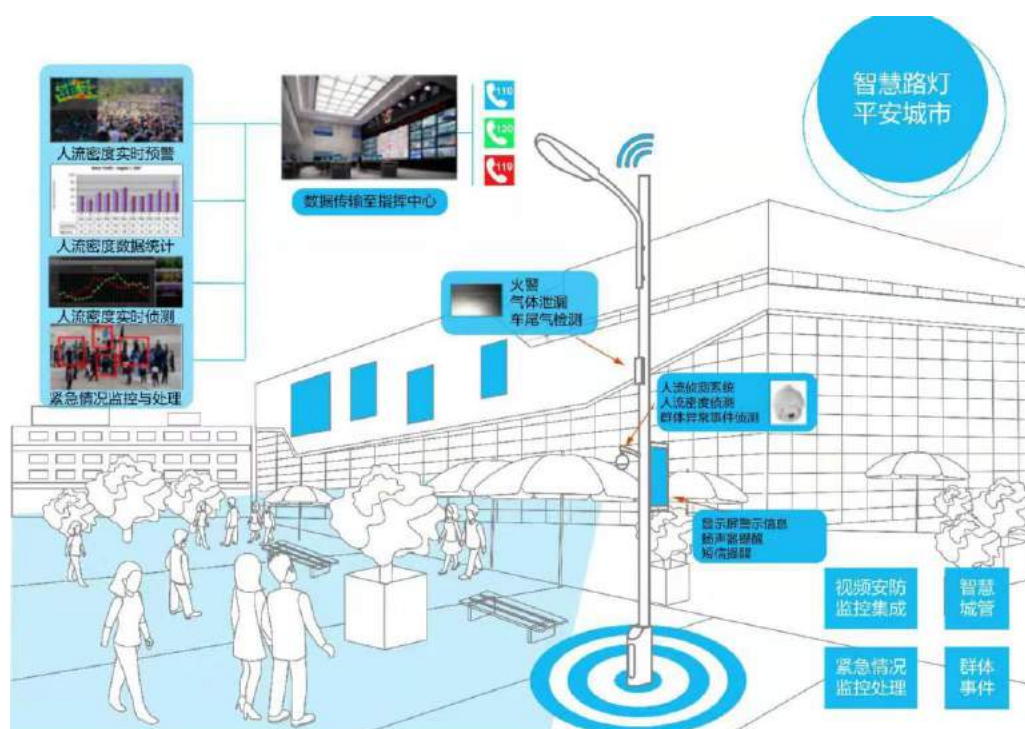


图6 公共安全业务示例

通过部署摄像头实现对车、人进行黑白名单监控，通过人脸识别/车牌识别/行为识别等技术识别出危险因素；通过部署一键报警实现人在紧急情况下迅速与管理人员取得联系、向管理人员提供具体的位

置信息、使用摄像头远程快速判断现场情况，为各类紧急情况的处理节省时间；另外，通过与广播、拾音器、报警器等智能设备及远程管理平台相结合，实现智能预警，车牌识别、人脸识别、全景拼接、枪球联动等业务功能，提升公共安全服务效率，有效降低城市犯罪率，提升人民群众幸福指数。

（三）智慧照明

随着物联网技术和 LED 技术的蓬勃发展，物联网+LED 珠联璧合，市政照明智能化改造进入快车道。智慧照明将每一盏灯通过信息传感设备与互联网连接，以实现对批量灯具按需照明和精细化管理，从而达到节能减排、高效运行和维护的目的。

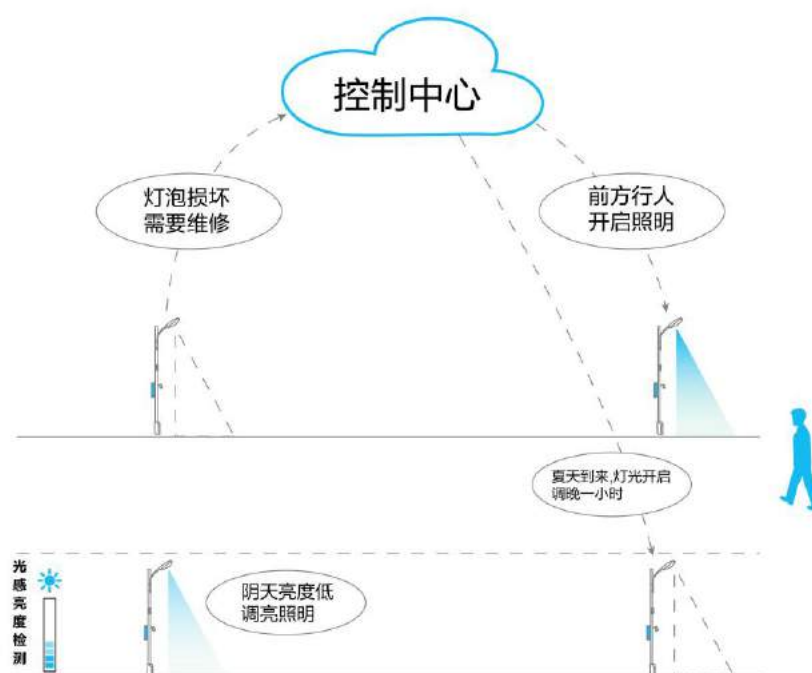


图7 智慧照明业务示例

通过单灯控制器、集中控制器、光照度传感器、多功能电表等以及智慧杆塔平台可实现路灯实时/分组开灯、关灯、调光操作；回路

开启，关闭操作；远程监控路灯运行状态、运行参数及用电量，当路灯运行异常时将上报故障并通知管理人员，管理人员可进行定点维修，大大降低了巡检和维护成本；可根据需求设置定时计划，光感策略等，以达到在满足城市合理的基础照明前提下，使道路照明节能最大化。

（四）环境监测

基于智慧杆塔的气象环境监测点，具有大范围密集分布覆盖的特点，所采集的数据通过云端平台进行大数据分析，可以结合环境数据本地及远程推送服务，提供空气质量、温湿度、风速风向、噪音、电磁辐射、光照强度等环境信息；结合视频监控系统，还可以提供便民的环境综合服务；也可以结合智慧杆塔部署的 LED 屏实时发布信息。实现城市环境和气象的智能监测，预先报警，为环保部门提供数据参考，改善城市环境。



图8 环境监测业务示例

（五）智慧交通

智慧杆塔由于点位多、距离近的优势，更有利于对道路和车辆信息的采集和管理。通过挂载高位摄像头可以满足交通部门管理超速、违停等各类违章、违法行为的识别，此外也可以结合车牌识别完成智能道路停车场景的构建；通过交通流检测器可以实时采集、传递交通状态信息，如车流量、车道平均速度、车道拥堵情况等；通过智慧杆塔还可以提高道路的智慧化水平，比如道路的积水、故障信息可监测，实现更好的车路协同。面向中长期的新型智慧交通业务，需要连续的高速网络覆盖，并且沿道路部署车联网路侧单元、边缘计算单元，智慧杆塔需要有足够的位置和供电、传输资源，为后续远程驾驶、无人驾驶做准备，提升道路的智慧化水平，提高通行效率，真正实现“聪明的车、智慧的路”。

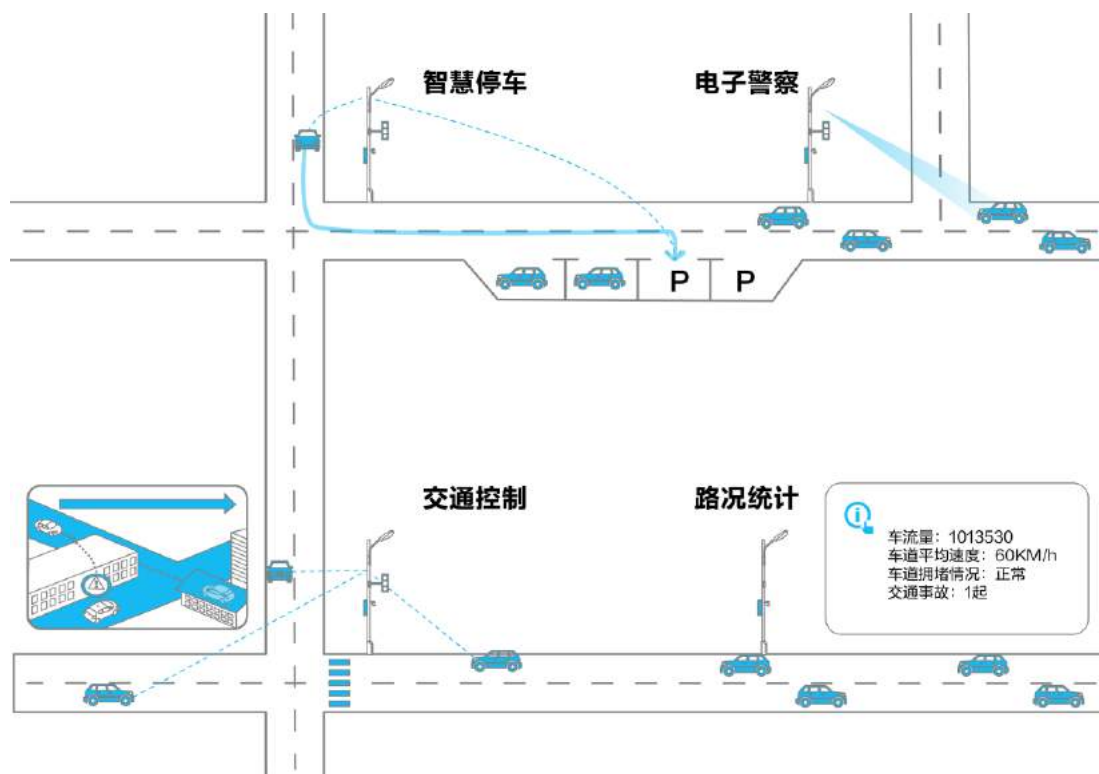


图9 智慧交通业务示例

（六）信息发布

智慧杆塔具备靠近人流、成片 and 连线的特点，通过挂载设备进行信息发布时，具有传播广、效应高、冲击力大的效果。当发生如火灾，地震等紧急事件时，可以通过多媒体信息发布系统进行应急广播、告警灯光提示，通知民众安全撤离；同时结合LED屏幕也可进行政府信息、交通信息和商业广告的发布；配备多媒体交互终端的智慧杆塔还可通过传感器实现人机之间的交互沟通。

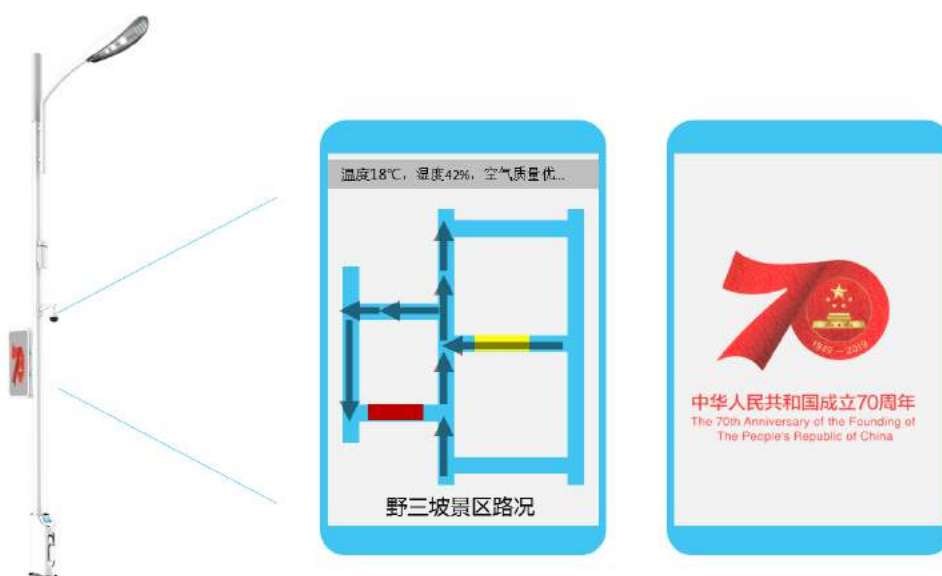


图10 信息发布业务示例

（七）能源业务

基于智慧杆塔的能源除满足多功能杆塔多种自身设备功能正常工作外，还可对外提供多种供电服务，可提供的业务包括但不限于：充电桩、USB 接口充电、信号灯、摄像头备电、无人机充电等，用户通过手机 App，通过手机 App 还可实现各类业务的预约和查看。在条件允许的情况下智慧杆塔可搭载太阳能板或者风力发电设备，实

现城市绿色能源。

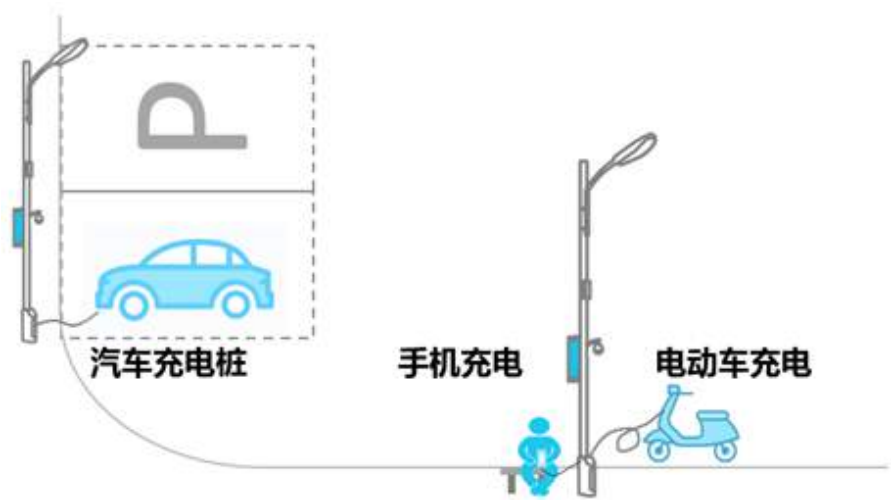


图11 能源业务示例

三、智慧杆塔子系统及技术要点

（一）智慧杆塔功能子系统

智慧杆塔按照主要功能实现,包括通信子系统、视频监控子系统、照明子系统、环境监测子系统、交通子系统、信息发布子系统、能源子系统和运维子系统。

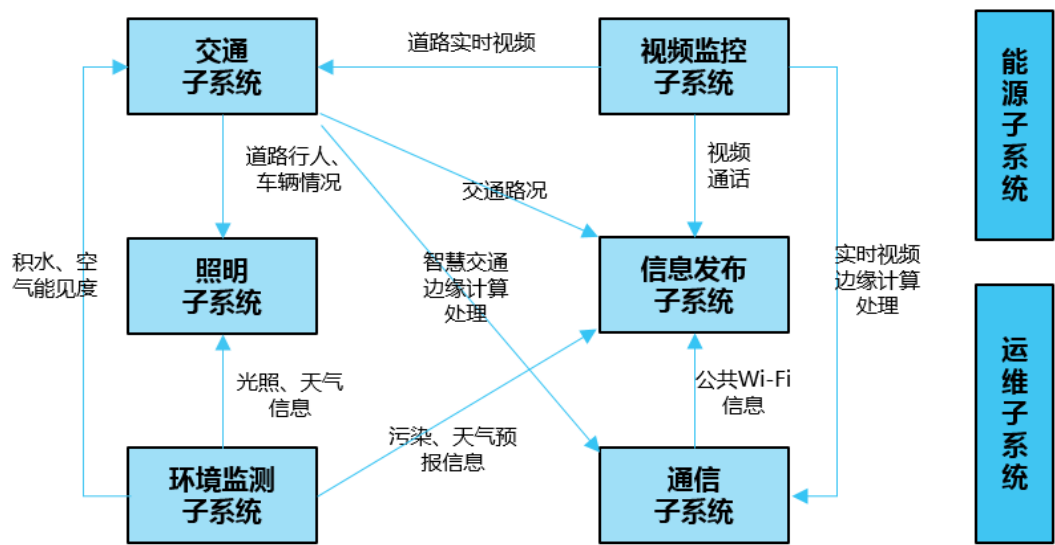


图12 智慧杆塔子系统结构图

各子系统除了可以实现独立的业务，还可以为其他子系统提供信息输入，以完成更加复杂的融合业务。比如，视频监控子系统可以提供人、车、路的信息或视频流给交通子系统，通过边缘计算模块进行分析。

1. 通信子系统

智慧杆塔通信子系统包括光纤网络、以太网、无线网络、电力载波网络等，将数据通过智能物联网网关、交换机、路由器、防火墙等传输设备传送到后端平台；摄像头、室外 AP 设备一般通过光纤直接传输到机房汇聚交换机上；环境监测设备、物联网关、广播等其他设备一般接入到多功能杆底座的交换机，再传输到机房内核心交换机；无线基站系统主要涉及射频（AAU/RRU/天线）、基带（BBU）、传输、供电及相关配套设备等，通过光纤、无线回传或微波接入核心网；边缘计算设备是在靠近物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台，就近提供边缘智能服务。

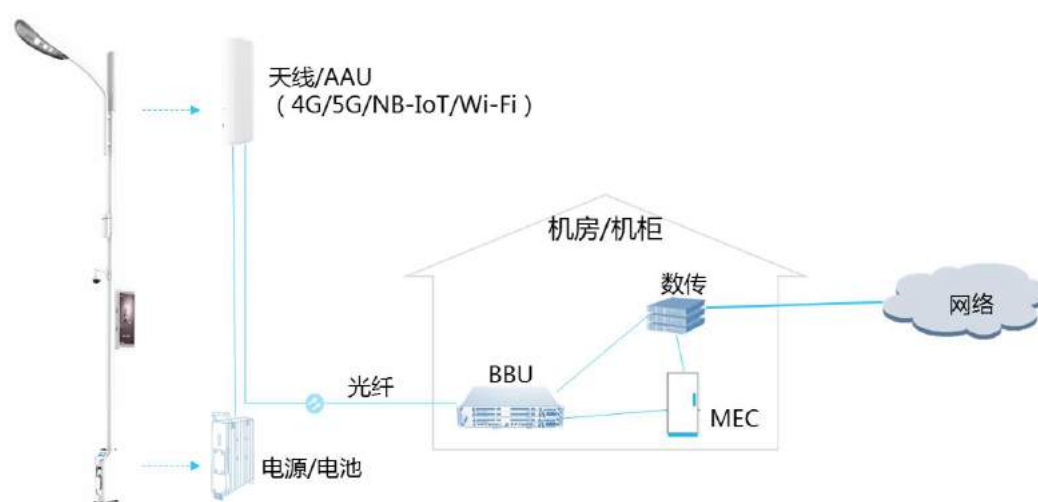


图13 通信子系统架构

5G 杆站的无线设备，应该覆盖、效益最大化。根据 5G 网规结

果以及 4G 时代立体网络建设经验，除少数特殊环境下（如干扰大），杆上设备一般要求达到 10W 以上。

表2 5G 杆站典型设备规格表

类型	使用场景	典型尺寸 (单位：mm)	典型重量	典型外观
AAU	覆盖、容量要求高区域,用于替代宏站或者宏站无站址	盒状：700*400*200	30kg	
准宏站设备	主流场景，用于宏站补充，覆盖 200 米到 300 米	筒状：600*250*150 盒状：400*350*150	15kg~20kg	
毫米波设备	热点区域使用，用于提供高速接入，覆盖<100 米	盒状：400*200*150	10kg	

2. 视频监控子系统

视频监控子系统以“事件处理”为核心，具有“集中管理”、“安防可视”、“灵活联动”、“决策支持”等特性，可实现系统安全智慧可视化的管理，实现应急和安防两方面信息化水平的提升，实现事前对区域隐患和危险的主动防控，提高区域整体安全防护与应急保障能力。

视频监控子系统主要功能包括：

视频监控：接入支持标准协议的不同厂商的摄像头视频。对摄像头列表查询，播放实时视频，云台控制，预置位设置、录像回放、下载等监控功能。

视频接入：整合接入多套视频监控，将实时监控视频画面通过标准协议进行存储和调用。支持多路监控分屏操作，可按 1X1、2X2、3X3、4X4 等标准选择分屏显示。



图14 视频监控子系统架构

视频播放：将获取的实时视频流在 PC 上播放，能够展示所有接入的摄像机列表，具备全屏播放、录像、视频自适应、播放窗口布局设置等功能。

GIS 地图：支持将设备展示在 GIS 地图上，可切换地图和云图的显示，支持对地图进行滚动、放大缩小、拖动等操作，气泡展示设备信息。

云台控制：用户可以在平台中进行实时视频浏览的同时，可以对具备云台能力的摄像机进行云台控制。

设备告警：系统支持设备运行状态和工作状态告警的实时上报和统计收集，便于第一时间响应故障和问题的处理。

出入车辆/人员管理(选配)：对区域内的车辆/人员流动情况进行，起到安全城市管理，并且对违反停车的行为及时准确的进行取证查处，预警提示违法行为的发生，规范驾驶员停车行为、保证道路畅通安全的必要手段措施。

带方向的路径跟踪与入侵检测（选配）：根据需要设置警戒区域或警戒线，自动检测监控场景的动态，当满足预设置警戒条件的运动目标以一定方向闯入警戒区域内或者拌警戒线后，用告警框标示出闯入警戒区域的运动目标，标识出其运动轨迹，自动进行跟踪并提示报警信息。

占道经营（选配）：通过告警对象大小以及预定时间，区分商贩与行人，配合智慧路灯显示屏和广播警示商贩勿违章占道经营。

视频监控子系统可以和交通子系统、信息发布子系统对接，形成多个子系统联动，实现数据共享，提升城市管理智能化水平。

3. 照明子系统

照明子系统通过运用 NB-IoT、PLC、ZigBee 等物联网和 IT 技术，实现远程开关、调光、监测等功能，方便对城市路灯的日常巡查、维修管理等进行网络化、精细化、规范化管理。

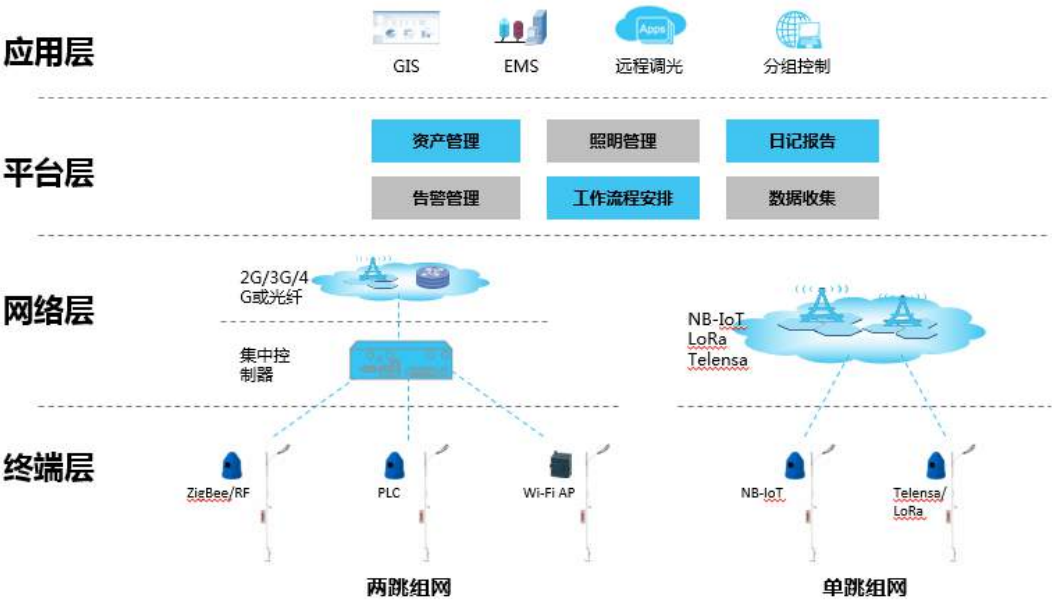


图15 照明子系统架构

照明子系统主要功能如下：

路灯设备位置信息管理及 GIS 地图展示。

路灯远程控制：单灯控制、多灯控制，分组控制，回路控制。

定时计划任务控制、光感&经纬度智慧控制，采用远程控制和本地任务执行相结合的方式。

实时监测路灯数据，监测每盏灯具亮度、电压、电流、功率等参数。获取用电量，提供能耗统计与分析。

路灯设备离线告警和阈值告警，告警信息通过短信或邮件通知有关负责人及时处理。

通过和环境监测子系统、交通子系统等对接，可以实现光感智控、路况联动等。路灯光感设备感知当前环境亮度，在保证照明的前提下通过控制策略自动实现路灯的开灯、关灯、调光、伴随照明等功能。

4. 环境监测子系统

智慧杆塔上搭载环境传感器，可以检测城市环境参数，为城市治理和市民方便提供帮助。

环境监测子系统支持的传感器包括：

空气传感器：包括检测空气中的 PM2.5 数值，治理违反排放；

噪声传感器：实现道路噪声监测，配合高位摄像头，识别违章鸣笛等；

光线传感器：检测外界光照度，根据外界光照智能调节照明亮度；

微型气象传感器：监测风速、气压、雨量、紫外线强度等气象信息；

其他扩展传感设备：可选支持有害气体监测、烟感、积水、垃圾桶、红外人体运动感应、车流量感应等传感器设备。

环境监测系统通过和其他系统联动可以完成更多复杂功能。如通过温感烟感和视频子系统联动，远程查看火警情况。通过信息发布子系统提供灾情播报。通过对接消防部门、APP、短信等手段，快速通知相关部门处理警情，将城市市民安全和财产损失降到最低。

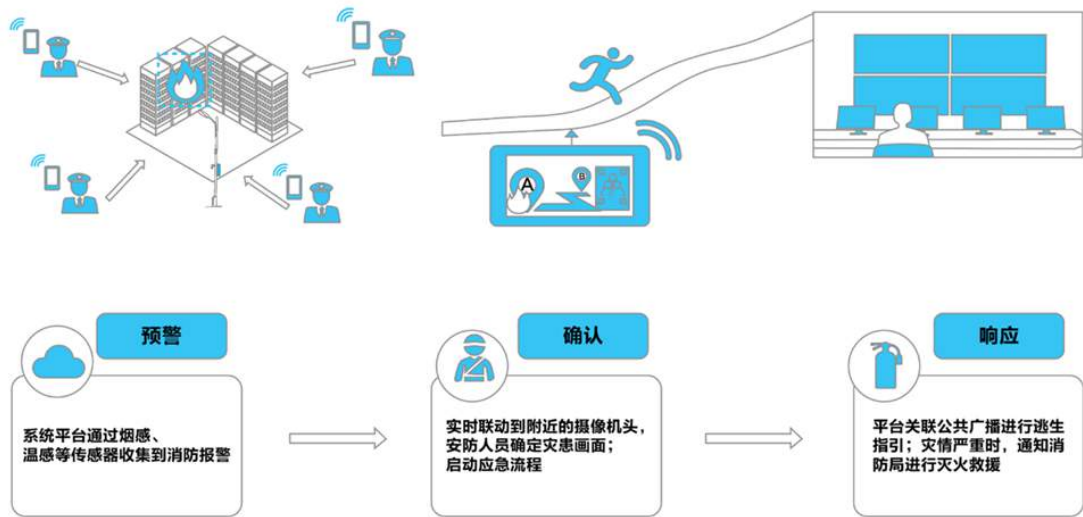


图16 环境监测子系统联动

5. 交通子系统

通过在智慧杆塔上部署 RSU 设备及智能网关等设备，可以实现车辆网联化和自动化，成为智慧交通与自动驾驶重要组成部分。结合智慧杆上的视频监控系统，以及停车位地磁感应设备，可实现对车辆泊车情况的精准感知，以满足智慧停车的场景应用；通过交通流检测器采集城市交通信息，可实时传递交通状态信息，如车流量、车道平均速度、车道拥堵情况等。

智慧交通子系统主要功能包括：

交通数据统计：交通流检测设备覆盖范围应至少为四车道，支持分车道统计交通数据信息，统计周期可根据实际需求灵活设置；

交通实时数据输出：检测设备可通过 TCP/IP 网络或 RS 485 总线

将交通参数信息传输至前端应用设备（如信号机等），并通过无线 3G/4G/5G 信号将周期统计的交通参数信息上传到中心平台或智慧杆塔信息平台上。

交通状态报警功能：设备支持对道路状态的检测，可提供“畅通、缓行、拥堵”的状态判断，及检测结果在平台联动报警等提醒功能。

在道路路口的信号机中，通过边缘计算芯片，支持显示屏、信号灯、倒计时牌、行人过街按钮等功能，支持道路路口数据本地预处理，实现各业务系统高效联动，有效解决当前路口业务扩展、智能联动困难等问题，有效提升道路智慧化水平，缓解城市拥堵，提升交通体验的同时减少汽车空气污染。

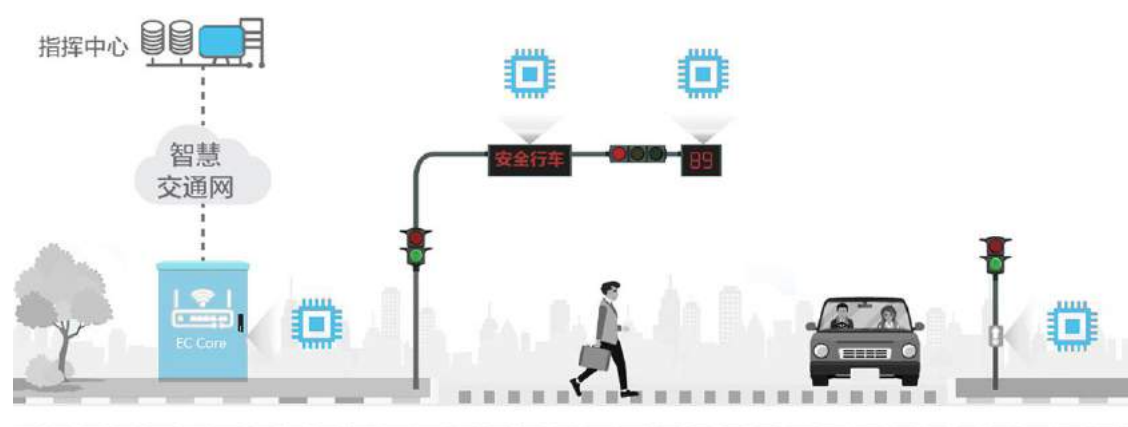


图17 交通子系统架构

6. 信息发布子系统

信息发布子系统，主要是将图片、幻灯片、动画、音频、视频及滚动字幕等各类媒体文件组合成多媒体节目，通过网络传输到数字媒体控制器，然后由数字媒体控制器按照控制规则在智慧杆塔上集成的 LED/LCD 屏、广播音柱上进行有序的播放和控制。可用于发布政策宣传、交通信息、应急信息、气象信息、空气质量信息和噪音实时信

息，也可用于其它商业广告的发布。

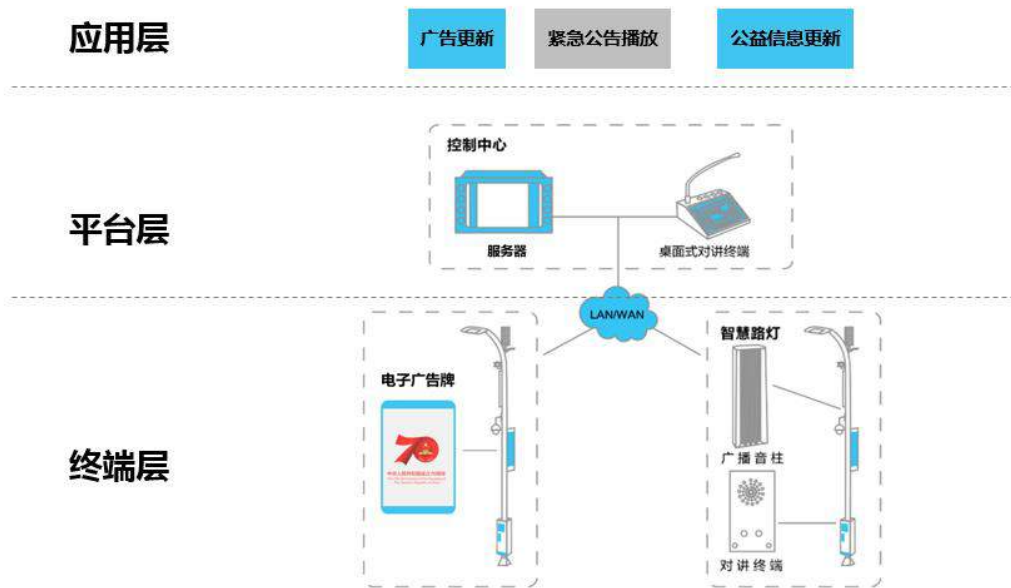


图18 信息发布子系统架构

7. 能源子系统

多功能智能杆塔的供配电一般采用分路设计，照明和其它挂载设备采用不同的主干供电线路；同时考虑不同负载所需供电时间不同、供电负载容量不同等特点。有充电桩等大规模充电换电设施时，应新增设独立计费模块，供电能力不满足时应进行三相电改造；为保障移动通信网、物联网等通信设备或其他通信模块不间断供电，可采光伏、锂电池、油机等多种能源设备组合供电。

智慧杆塔根据不同负载类型，供备电电源可分为市政模块和基站模块。市政供备电模块主要解决智慧杆塔站挂载的摄像头、环境传感器、WIFI 模块、紧急呼叫、网关等与市政服务相关设备供电问题；基站供备电模块主要解决无线基站的供电问题，其一般功率相对较大。考虑智慧杆塔与环境的协调、融合、美观，供备电模块一般宜安

装于杆内或进行相应融合性设计。

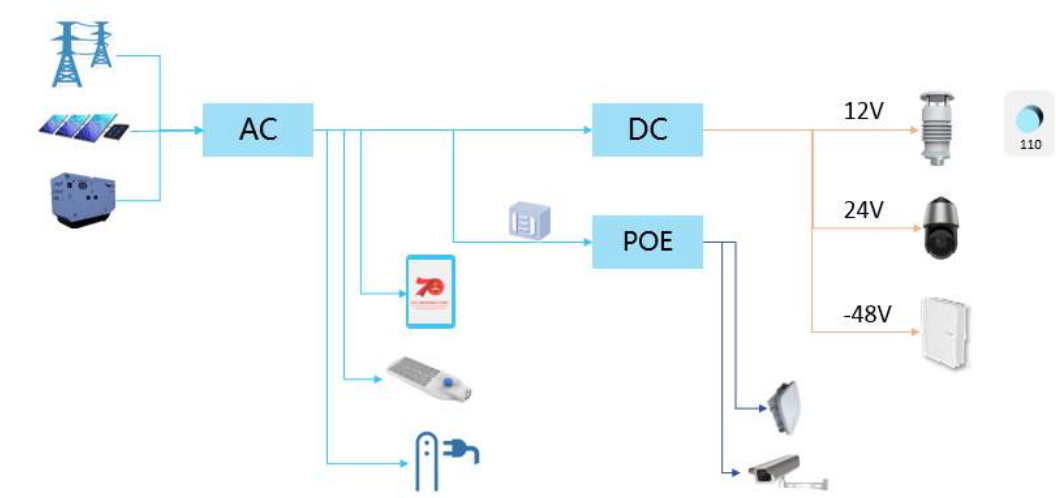


图19 能源子系统架构

智慧杆塔的市政配套电源交流用户设备做好分路计量的同时一般由交流配电直接接入即可（除照明、充电桩部分等单独考虑外）；对于直流用户设备，直流转换部分可采用统一的多端口转换模块集中供电，减少设备数量的同时实现共享和环境和谐；也可结合用户设备实际供电需求，考虑分模块供电。

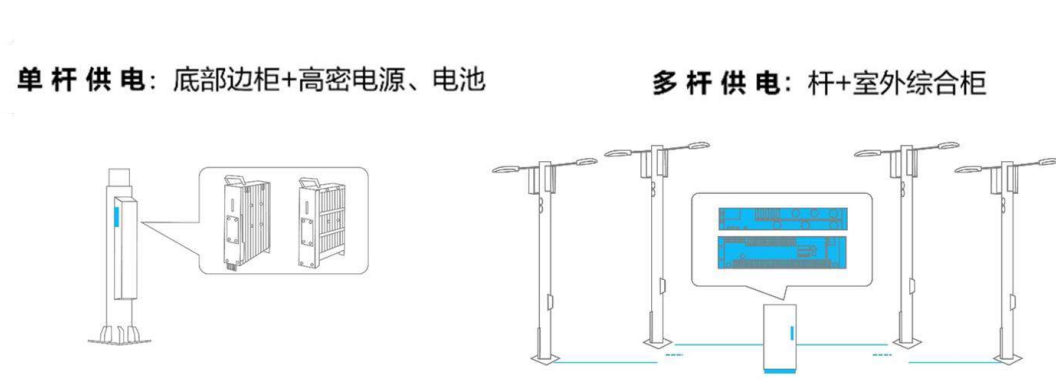


图20 基站供电方案

智慧杆塔的基站配套电源一般有两种方案，一种是单杆供电，一般采用边柜加模块化高密电源和电池，另一种多杆集中供电，采用综合柜配合室内插框电源和插框锂电。同时由于部分基站业务可靠性要

求较高，还要提供短时备电能力。

8. 运维子系统

智慧杆塔上的各种设备必须支持远程运维管理，实现对设备的管理、控制、运行监测、数据运维及共享等，同时协助管理部门实时准确掌握现场情况，有效维护设备的安全运行。运维的设计应综合考虑预留与其他管理系统的对接接口。智慧杆所承载的信息化设备本身接收或传播大量数据，设计过程中必须考虑其数据信息安全，确保整体及各模块的运行安全 and 信息安全。

考虑未来随着业务不断演进，同时管理的网元不断增多，因此管理平台需要满足以下几点：运维网管的管理能力支持弹性扩展；便于运维，运维网管持新增特性的快速上线、发布；支持服务不中断的在线升级/回退/扩容。

（二）智慧杆塔技术要点

智慧杆塔设计应遵循杆体构件化、功能模块化、接口标准化的原则。各系统的设计、实施、验收应符合相关标准和规范，包括杆体设计、挂载设备、传输方式、管理平台、施工验收、维护、防雷安全等方面。

1. 功能布局

智慧杆塔宜采用分层设计原则：

底层：适用配套设备（供电、网关、路由器等）、充电桩、多媒体交互、一键求助、检修门等设施，适宜高度约 2.5m 以下；

中层：高度约 2.5m ~ 5.5m，适用路名牌、小型标志标牌、人行信号灯、摄像头、公共广播、LED 大屏等设施；高度约 5.5m ~ 8m，

适用机动车信号灯、交通视频监控、交通标志，分道指示标志牌、小型标志标牌、公共 WLAN 等设施；高度 8m 以上，适用气象监测、环境监测、智能照明、物联网基站等设施，；

顶层：顶部宜部署移动通信设备，高度一般 6m 以上。



图21 杆体分层布局

2. 杆体

（1）杆体设计应具备较好的兼容性及可扩展性要求，并依据应用场景及需求，在承载能力、设备安装空间及穿线空间方面做好预留。

（2）杆体应采用构件化设计，设备与杆体连接应标准化。杆体设计宜考虑不同设备维护的独立性。杆体内部设计应满足强弱电线缆分离要求。

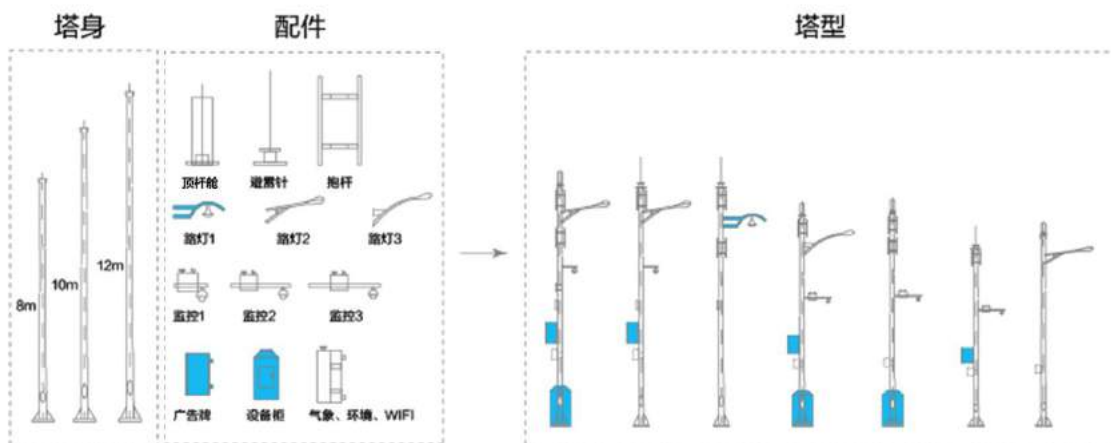


图22 杆体构件化示意

- (3) 杆体设计使用年限应依据重要性及使用场景等因素确定，但不应低于 20 年。
- (4) 杆体应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计，并应满足杆体所挂载设备正常使用的要求。
- (5) 杆体各功能构件设计风格宜协调统一。
- (6) 为便于基站安装接口的标准化、归一化，建议预留统一的法兰盘接口用于基站单元与杆体对接，并使用顶杆舱封装基站设备，以屏蔽不同设备带来的安装问题。典型的顶杆舱应该支持一个 AAU 或者 3 个准宏站。

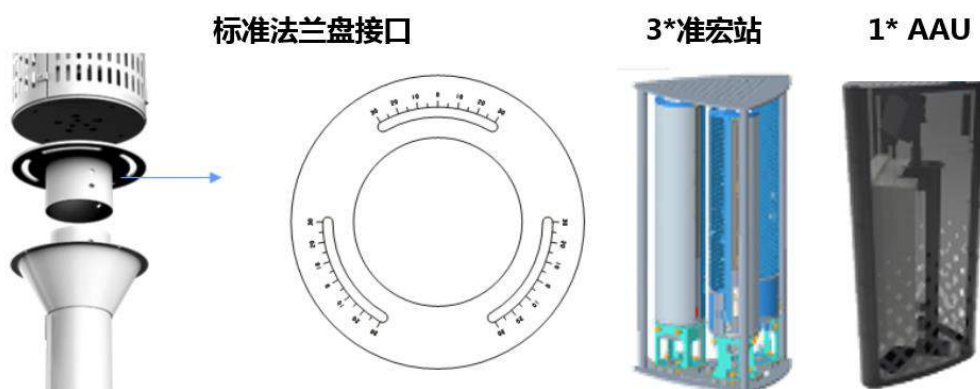


图23 杆体接口标准化示意

3. 供配电

- (1) 智慧杆塔系统所有供电线路应统筹共建共享，所有挂载设备的供电模块应统一配置。
- (2) 智慧杆塔系统宜采用双路供电，一路用于路灯照明分时段供电，另一路用于通信、监控、气象、交通等挂载设备全天候供电。
- (3) 智慧杆塔应具备为挂载设备提供统一供电服务的能力，可通过在综合机箱内配置空气开关或即插即用的方式接电，每根智慧杆塔宜配置远程电源控制模块，支持远程控制和断电保护，具备单路计量、单路开关控制等功能。
- (4) 供电容量设计应综合考虑各挂载设备的用电总负荷，尤其是基站和充电桩。多功能智能杆单个挂载设备的参考功率见下表，实际应用根据具体情况及设备数量需求进行。

表3 智慧杆塔典型设备功率表

设备名称	参考功率	说明
照明设备	100-350W (LED)	电缆设计根据通流能力和拉远距离和管线能力综合考虑，应符合 GB 50054-2011 的要求。
视频采集	60W	
移动通信	1200W (宏基站) 300-600W (微站)	
公共 WLAN	30W	
公共广播	40W	
环境监测	15W	
气象监测	20W	
无线电监测	80W	
交通流监测	20W	
一键呼叫	15W	
多媒体交互	36W	
信息发布屏	900- 1200W/m2	

- (5) 根据挂载设备的供电续航要求设置备用电源，备用电源可在综合机房集中设置或在综合机箱中分散设置。

4. 综合机柜/底仓

- (1) 智慧杆塔相配套的各类机柜应在满足使用功能的前提下，按照“多柜合一、分仓使用”的要求进行整合，建立综合机柜。
- (2) 综合柜内各类弱电设施设备应小型化，应依据所处场景及需求做好功能预留。
- (3) 综合机柜宜配备智能监控管理系统，实时监测箱体环境参数和运行状态。
- (4) 综合柜内部应设置走线装置，分别用于通信线缆和电源线的布放，要求强电、弱电、信号分区走线，所有线缆固定件设置应合理、充分、方便操作。
- (5) 综合机柜的防护等级要与内部设备相匹配。

5. 管线

- (1) 智慧杆塔应根据所挂载设备集成需求、光缆的组网方案、机房分布位置及管孔可敷设光缆的数量确定主管道规格。
- (2) 杆体底部应预留移动通信基站和其它挂载设备的光纤传输管道。杆体内部光纤宜至少预留 12 芯。

四、智慧杆塔发展建议

(一) 建立跨部门协调机制，推进统筹规划和综合共享

智慧杆塔是城市新型公共基础设施，涉及到城市规划、公共安全、交通、通信、市政、环境等多个垂直领域的政府部门职能和监管责任，并可供多个部门共享使用，智慧杆塔的落地建设和后续运维需要以统

一协调的规划管理为前提。一方面，将传统杆塔替换或改造为智慧杆塔不仅是对杆塔本身改造，还需要对通信和供电管网、市政管理平台进行相应的升级，需要资金和市政施工时间的双重投入，城域级别的智慧杆塔系统升级改造更是对城市建设秩序和基础资源管理能力的巨大考验。另一方面，智慧杆塔远景智慧功能的实现也需要全局统一的规划，分散建设的杆塔项目会给城市级整体管理系统和数据平台的构建和升级带来困难。

建议将智慧杆塔作为未来城市标准配置的重要公共基础设施，纳入城市整体发展布局，以统一规划、科学统筹、集约建设为原则，建立跨部门协调机制，综合各部门管理和业务需求，结合 5G 网络部署，深度共建共享，减少和避免后期重复建设的资金和时间成本。同时，建议提前布局全局统一的管理运营模式，有效打通数据壁垒，实现城市运行数据的互联互通，真正实现城市的智慧化、精细化管理。

（二）建立跨专业、系统化且适度超前的标准体系，促进规模化部署

目前智慧杆塔的解决方案“百花齐放”，带来了产业创新，但同时也存在一杆一设计，成本难以分担，以及各自系统封闭、接口不统一等问题，给建设运维单位的方案选择、系统集成带来了居高不下的成本负担和较大的实施难度，严重影响智慧杆塔的规模部署。另一方面，智慧杆塔的系统构成涉及到通信、视频监控、照明、环境监测、信息发布、能源及运维等多种子系统，各子系统的专业领域不同。目前在各专业领域已存在一些相关分立标准，但是仍缺少能够针对智慧杆塔具体解决方案的系统化标准。在实践中也出现过由于强行拼搭系

统，各子系统无法兼容，系统无法运行或故障率高的情况，以及由于采用的设备无法适应杆塔运行环境，寿命无法保障的情况。

建议以规模化建设为导向，制定跨专业、系统化、有针对性的智慧杆塔相关设计、技术及测试验收标准，通过标准化形成方案相对统一、杆体构件化、功能模块化、接口兼容且成本更优的建设方案，保障智慧杆塔的低成本及高质量部署，促进规模化建设走上快车道。同时，由于对城市来说智慧杆塔的总体建设是分阶段的长期过程，标准的制定宜适度超前，兼顾各专业领域的个性化创新需求，为未来发展保留扩展空间。

（三）积极探索、丰富创新业务和创新应用，推动效益化发展

目前，智慧杆塔的应用仍主要在于传统基础设施的网联化层面，如通信网络覆盖、视频监控采集、环境数据采集、市政照明遥控、显示屏宣传广告服务、充电桩服务等。虽然已经出现了很多基于智慧杆塔的智慧化应用案例，但由于新技术出现时间短、杆塔项目规模整体较小等原因，总体上仍处于起步阶段和探索阶段。智慧杆塔作为新生事物，前期发展主要依赖于鼓励、探索性外部投入，需要通过新业务和新应用塑造发展内生动力和核心竞争力，拉动需求，形成良性循环。

建议探索、丰富智慧杆塔的创新业务和创新应用，深入理解城市发展和居民美好生活对服务的需求，探索帮助企业客户解决痛点的方法，充分借助 5G、物联网、边缘计算、互联网、云计算、大数据、人工智能等 ICT 技术的赋能作用，发挥杆塔的综合优势、点位优势和规模优势，为城市 and 居民提供更智慧化、便利化、绿色化的创新服务，

为企业客户创造效益和价值。

（四）加强商业模式的创新探索，实现协同共赢的产业生态

当前，传统的城市公共基础设施主要依赖政府投资建设，并由政府部门设机构负责运营。智慧杆塔等新型公共基础设施的建设成本相对于传统公共基础设施仍然较高。更重要的是，这些新型公共基础设施价值的充分实现需要以规模化布局为基础，需要大量、长期、可持续的资金投入，给政府建设运营会带来更为巨大的财政压力。另一方面，这些新型公共基础设施建设运维管理和持续升级需要的专业知识也与传统公共基础设施有差异，采用传统方法无法保证对智慧杆塔的用户企业提供有效的应用支撑和技术的持续升级。

建议加强商业模式的创新探索，建立一种由政府统筹监管、参与者协同共赢、广大民众共同受益的投资运营模式。由专业化的主体统筹各方需求，实现规模化建设、专业化运维，最大程度实现资源及信息统一共享，推动智慧杆塔行业的长期可持续发展。

中国通信学会

地址：北京市海淀区万寿路 27 号院 8 号楼

邮政编码：100840

联系电话：010-68209072、68209071

传真：010-68209074

网址：<https://www.china-cic.cn/>

